



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the application of:

Attorney Docket No.: 3081.66US01

Martin Edelmann

Confirmation No.: 9349

Application No.: 10/821,788

Examiner: Unknown

Filed: April 9, 2004

Group Art Unit: 2873

For: HYBRID HMD DEVICE

---

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Enclosed is a certified copy of German patent application number 103 16 533.9 to which the above-identified U.S. patent application corresponds.

Respectfully submitted,

Douglas J. Christensen  
Registration No. 35,480

Customer No. 24113  
Patterson, Thunte, Skaar & Christensen, P.A.  
4800 IDS Center  
80 South 8th Street  
Minneapolis, Minnesota 55402-2100  
Telephone: (612) 349-3001

*Please grant any extension of time necessary for entry; charge any fee due to Deposit Account No. 16-0631.*

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this document is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on

Aug 20, 2004  
Date of Deposit

Douglas J. Christensen  
Douglas J. Christensen

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 16 533.9  
**Anmeldetag:** 10. April 2003  
**Anmelder/Inhaber:** Carl Zeiss, 89518 Heidenheim/DE  
**Bezeichnung:** Hybride HMD-Vorrichtung  
**IPC:** G 02 B 27/01

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 01. April 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

A 916  
06/00  
EDV-L

BEST AVAILABLE COPY

Carl Zeiss, Heidenheim  
Anwaltsakte: PAT 3423/034

10. April 2003

### Hybride HMD-Vorrichtung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine HMD-Vorrichtung (Head Mounted Display-Vorrichtung).

5

Bei solchen Vorrichtungen wird im allgemeinen ein großer Bildwinkel und eine große Austrittspupille gewünscht. Dies führt bei bekannten HMD-Vorrichtungen dazu, daß eine aufwendige und große Optik vorgesehen werden muß, wodurch das Gewicht der HMD-Vorrichtung nachteilig groß ist. Bestehende Ansätze mit diffraktiven Optiken funktionieren

10 nachteilig nur monochromatisch.

Ausgehend hiervon ist es Aufgabe der Erfindung, eine HMD-Vorrichtung bereitzustellen, die kompakt und mit geringem Gewicht ausgebildet und gleichzeitig polychromatisch betrieben werden kann.

15

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst durch eine HMD-Vorrichtung mit einer Bilderzeugungseinheit zur Erzeugung eines polychromatischen Bildes, einer ersten und einer zweiten Teilloptik aufweisenden Umlenkoptik, die das Bild so abbildet, das es von einem die HMD-Vorrichtung tragenden Benutzer wahrnehmbar ist, wobei die beiden Teilloptiken jeweils

20 eine diffraktive Optikeinheit zur Strahlumlenkung enthalten, die so ausgebildet sind, daß sich ihre Dispersionsfehler kompensieren.

25

Durch das Vorsehen der beiden diffraktiven Optikeinheiten, deren Dispersionsfehler sich kompensieren, wird einerseits erreicht, daß die HMD-Vorrichtung polychromatisch betrieben werden kann. Andererseits führt der Einsatz der diffraktiven Optikeinheiten zu einer sehr kompakten Ausgestaltung der HMD-Vorrichtung, da sehr große Um- bzw. Ablenkwinkel mit den diffraktiven Optikeinheiten realisierbar sind.

30

Da eine HMD-Vorrichtung häufig brillenartig oder helmartig ausgestaltet ist und somit die Bilderzeugungseinheit nicht vor dem Auge des Betrachters, sondern seitlich am Kopf des

Betrachters angeordnet ist, ist der Einsatz von zwei diffraktiven Optikeinheiten besonders vorteilhaft. So kann mittels der ersten diffraktiven Optikeinheit das mittels der Bilderzeugungseinrichtung erzeugte polychromatische Bild, das häufig parallel zur Blickrichtung nach vorne abgestrahlt wird, in Richtung auf die zweite diffraktive Optikeinheit, die unmittelbar vor dem Auge des Betrachters angeordnet ist, umgelenkt werden, und von der zweiten diffraktiven Optikeinheit wird dann die Strahlung des Bildes zum Auge des Betrachters hin umgelenkt. Dazu ist es besonders vorteilhaft, wenn die erste diffraktive Optikeinheit als transmissive Optikeinheit ausgebildet ist und die zweite diffraktive Optikeinheit als reflektive ausgestaltet ist. Natürlich können auch beide diffraktiven Optikeinheiten reflektiv oder transmissiv ausgebildet sein und es ist ferner möglich, daß die erste diffraktive Optikeinheit reflektiv und die zweite diffraktive Optikeinheit transmissiv ausgebildet sind.

Unter der Kompensierung der Dispersionsfehler der diffraktiven Optikeinheiten wird hier verstanden, daß nach der Umlenkung dispersionsbedingte Abbildungsfehler möglichst vollständig beseitigt sind, zumindest jedoch geringer sind als im Fall des Einsatzes von nur einer diffraktiven Optikeinheit.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der erfindungsgemäßen HMD-Vorrichtung ist eine nicht nullte Beugungsordnung der diffraktiven Optikeinheiten zur Strahlumlenkung genutzt, wobei insbesondere bei beiden diffraktiven Optikeinheiten die gleiche Beugungsordnung genutzt ist.

Durch die Nutzung einer gewünschten, nicht nullten Beugungsordnung ist die HMD-Vorrichtung sehr flexibel an vorgegebene Randbedingungen anpaßbar. Die Ausgestaltung, bei der die gleiche Beugungsordnung bei beiden diffraktiven Optikeinheiten genutzt wird, führt zu sehr guten Kompensierungsergebnissen.

Ferner kann bei der erfindungsgemäßen HMD-Vorrichtung die diffraktive Optikeinheit der ersten und/oder zweiten Teilloptik als Liniengitter ausgebildet sein. Ein solches Liniengitter läßt sich heutzutage leicht mit der erforderlichen Genauigkeit herstellen. So kann es beispielsweise mittels holographischer Verfahren oder mittels aus der Halbleiterherstellung bekannter Mikrostrukturierungsverfahren gebildet werden.

Insbesondere kann das Liniengitter nur zur Strahlumlenkung dienen. In diesem Fall wird die fokussierende (abbildende) Wirkung durch weitere refraktive Elemente realisiert. Durch die Trennung der Umlenkwirkung einerseits und der fokussierenden Wirkung andererseits läßt sich die Umlenkeoptik besonders einfach für den konkreten Anwendungsfall optimieren.

Natürlich ist es auch möglich, daß das Liniengitter zur Strahlumlenkung und gleichzeitig als abbildendes (fokussierendes) Element dient. Damit wird eine äußerst kompakte Ulenkoptik realisierbar, wodurch die HMD-Vorrichtung insgesamt klein und leicht ausgebildet werden kann.

- 5      Besonders vorteilhaft ist es, wenn für die abbildende Wirkung der diffraktiven Optikeinheit ihre Gitterkonstante variiert ist. Damit läßt sich äußerst exakt die gewünschte abbildende Wirkung einstellen.

- 10      Das Liniengitter kann auf oder in einer gekrümmten, insbesondere einer sphärisch gekrümmten Materialgrenzfläche ausgebildet sein. Diese Materialgrenzfläche kann beispielsweise eine Grenzfläche eines refraktiven Elements der Ulenkoptik sein. Damit wird eine kompakte und wenig Elemente aufweisende Ulenkoptik realisierbar, wodurch Gewichtseinsparungen realisiert werden können. Bei der Ausbildung in oder auf einer sphärisch gekrümmten Materialgrenzfläche besteht der Vorteil, daß sphärisch gekrümmte Grenzflächen mit äußerst
- 15      hoher Genauigkeit gefertigt werden können. Die gewünschte oder erforderliche asphärische Wirkung kann dann mittels des gebildeten Gitters verwirklicht werden (somit dient in diesem Fall das Gitter zur Strahlumlenkung und zur Abbildung). Damit wird ein leicht zu fertigendes Optikelement mit ausgezeichneten Abbildungseigenschaften bereitgestellt.

- 20      Es ist ferner möglich, das Liniengitter auf oder in einer ebenen Materialgrenzfläche auszubilden. Dies erleichtert natürlich die Herstellung nochmals, da ebene Flächen äußerst gut in der Herstellung beherrscht werden und auf ebenen Flächen ein Gitter mit sehr hoher Genauigkeit ausgebildet werden kann. Um bei dieser Ausführungsform, wenn dies gewünscht ist, die Wirkung von gekrümmten Materialgrenzflächen bereitzustellen, kann das Liniengitter
- 25      entsprechend ausgebildet werden. Insbesondere die Gitterkonstante (bzw. Furchenbreite) wird entsprechend variiert, so daß das derart gebildete Optikelement so wirkt, als ob es eine gekrümmte Materialgrenzfläche aufweisen würde.

- 30      Eine besonders bevorzugte Ausgestaltung der erfindungsgemäßen HMD-Vorrichtung besteht darin, daß die dem Auge eines die HMD-Vorrichtung tragenden Benutzers vorgeschaltete zweite Teilloptik so ausgebildet ist, daß der Benutzer durch sie hindurch die Umgebung wahrnehmen kann. Damit wird eine augmentierte Darstellung bei der erfindungsgemäßen HMD-Vorrichtung ermöglicht.

- 35      Insbesondere ist die diffraktive Optikeinheit der zweiten Teilloptik so ausgebildet, daß für den Benutzer die diffraktive Optikeinheit der zweiten Teilloptik in der nullten Beugungsordnung transmissiv ist. Dadurch wird eine sehr kompakte HMD-Vorrichtung bereitgestellt, die für augmentierte Darstellungen geeignet ist.

Ferner kann die zweite Teilloptik eine refraktive Wirkung zur Sehfehlerkorrektur für den Benutzer aufweisen. Dann ist somit gleich eine Brille zur Korrektur von Fehlsichtigkeiten in der erfindungsgemäßen HMD-Vorrichtung integriert.

5

Die Bilderzeugungseinheit kann eine selbstleuchtende Anzeige, wie beispielsweise eine transmissive oder reflexive LCD-Anzeige, eine LCoS-Anzeige oder eine LED-Anzeige, oder eine nicht-selbstleuchtende Anzeige sein. Insbesondere kann die Bilderzeugungseinheit einen räumlichen Lichtmodulator aufweisen, wie z.B. eine Kippspiegelmatrix oder ein LCD-Modul oder  
10 ein LCoS-Modul, das entsprechend angesteuert wird, wobei auch noch, soweit notwendig, eine separate Lichtquelle vorgesehen ist.

Die HMD-Vorrichtung kann insbesondere so ausgebildet sein, daß der Betrachter nur noch das erzeugte polychromatische Bild wahrnehmen kann oder daß er eine Überlagerung des erzeugten Bildes mit der Umgebung wahrnimmt (augmentierte Darstellung). Die Umlenkoptik erzeugt für den Betrachter bevorzugt ein virtuelles (insbesondere auch noch vergrößertes) Bild, das dieser dann wahrnimmt. Die HMD-Vorrichtung kann für ein oder für beide Augen Bilder erzeugen, wobei die Bilder für beide Augen insbesondere für einen dreidimensionalen Bildeindruck dargestellt werden.

20

Natürlich kann die HMD-Vorrichtung noch weitere Elemente, insbesondere wenn diese zum Betrieb notwendig sind, aufweisen. So kann beispielsweise ein Computer vorgesehen sein, der die Bilddaten der darzustellenden Bilder enthält und diese zur Bilderzeugungseinheit (z.B. drahtlos) überträgt oder der die Bilderzeugungseinheit gleich entsprechend ansteuert.

25

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der einzigen Zeichnung im Prinzip beispielshalber noch näher erläutert.

Die Figur zeigt schematisch den optischen Aufbau einer Ausführungsform der erfindungsgemäßen HMD-Vorrichtung. Bei dieser Ausführungsform umfaßt die HMD-Vorrichtung eine Bilderzeugungseinheit 1 zum Erzeugen polychromatischer Bilder, der eine erste Teilloptik 2, die transmissiv ausgebildet ist, sowie eine zweite Teilloptik 3, die teilweise reflektiv und teilweise transmissiv ausgebildet ist, in dieser Reihenfolge nachgeordnet sind. Die beiden Teilloptiken 2 und 3 bilden eine Umlenkeinheit 4 und sind jeweils als hybride  
30 Optikeinheiten ausgebildet, die sowohl refraktive als auch diffraktive Elemente enthalten.

Wie der schematischen Darstellung der einzigen Figur zu entnehmen ist, umfaßt die erste Teilloptik 2 eine erste Linse 5 (die stellvertretend für ein oder mehrere refraktive Optikelemente

5 eingezeichnet ist) sowie ein auf der der Bilderzeugungseinheit 1 abgewandten gekrümmten Materialgrenzfläche der ersten Linse 5 ausgebildetes erstes Strichgitter 6. In ähnlicher Weise umfaßt die zweite Teilloptik eine zweite Linse 7 (die stellvertretend für ein oder mehrere refraktive Elemente dargestellt ist), wobei auf der dem Auge des Betrachters zugewandten gekrümmten Materialgrenzfläche ein zweites Strich- bzw. Liniengitter 8 ausgebildet ist. Die einzelnen Gitterfurchen der beiden Liniengitter 6 und 8 verlaufen senkrecht zur Zeichenebene und beide Liniengitter weisen jeweils eine sich nicht ändernde Gitterkonstante auf.

10 Wie den beispielhaft eingezeichneten Strahlenverläufen zu entnehmen ist, erzeugt die Bilderzeugungseinheit 1 ein polychromatisches Bild, das mittels der beiden Teilloptiken 2 und 3 auf die gewünschte virtuelle Bildweite (hier beispielsweise unendlich) in das Auge des Betrachters abgebildet wird, wobei die Eintrittspupille des Auges mit dem Bezugszeichen 9 bezeichnet ist. Dazu ist das erste Liniengitter 6 so ausgebildet, daß die erste Beugungsordnung, die eingezeichnet ist, die gewünschte Ablenkung in Richtung zu der zweiten  
15 Teilloptik 3 erzeugt. Das Liniengitter 6 ist dabei so optimiert, daß die höchste Beugungseffizienz in der ersten Beugungsordnung konzentriert ist. Dies läßt sich, wie dem Fachmann bekannt ist, durch die Profilform vorgeben. Insbesondere gebrazte Profilformen können hier eingesetzt werden. In gleicher Weise ist das zweite Liniengitter 8 so ausgebildet, daß die erste Beugungsordnung die gewünschte Umlenkung in Richtung zur Eintrittspupille 9 des Auges des  
20 Betrachters realisiert. Die beiden Liniengitter 6 und 8 sind weiterhin so ausgebildet, daß die bei der Beugung von polychromatischem Licht auftretenden Dispersionsfehler sich gerade kompensieren, wobei natürlich eine Optimierung dahin durchgeführt werden kann, daß die Kompensierung möglichst vollständig ist. Dadurch wird vorteilhaft erreicht, daß das virtuell abgebildete Bild ohne chromatische Fehler dem Betrachter dargeboten wird. Mit den  
25 Liniengittern 6 und 8 läßt sich ein sehr großer Umlenkwinkel realisieren, so daß die Umlenkeoptik 4 insgesamt sehr kompakt ausgebildet ist.

Die zweite Teilloptik 3 kann insbesondere so ausgebildet sein, daß das Gitter für den Betrachter in seiner nullten Beugungsordnung transsmisiv ist, so daß eine augmentierte Darstellung  
30 ermöglicht wird. In diesem Fall ist es noch besonders bevorzugt, wenn die Linse 7 auch noch zur Korrektur einer Fehlsichtigkeit des Betrachters genutzt wird.

Wenn das zweite Liniengitter nicht auf der dem Betrachter zugewandten Materialgrenzfläche der zweiten Linse 7, sondern auf der anderen Materialgrenzfläche ausgebildet ist, kann die  
35 Linse 7 auch zur Korrektur einer Fehlsichtigkeit im HMD-Betrieb, bei dem nur das mit der Bilderzeugungseinheit 1 erzeugte Bild wahrnehmbar ist, eingesetzt werden.

Die beiden Liniengitter 6 und 8 sind bevorzugt so ausgebildet, daß die Furchen gleiche Tiefe aufweisen. Dies erleichtert ihre Herstellung. Natürlich ist auch eine variierende Furchentiefe möglich. Ferner kann die Furchenbreite der Liniengitter 6 und 8 über das Gitter (insbesondere senkrecht zur Längsrichtung der Furchen) variiert sein. Eine solche variierende Furchenbreite führt zu einer fokussierenden Wirkung (abbildenden Wirkung) des Gitters, die dazu genutzt werden kann, die Umlenkoptik 4 noch kompakter und leichter auszubilden.



Carl Zeiss, Heidenheim  
Anwaltsakte: PAT 3423/034

10. April 2003

### **Patentansprüche**

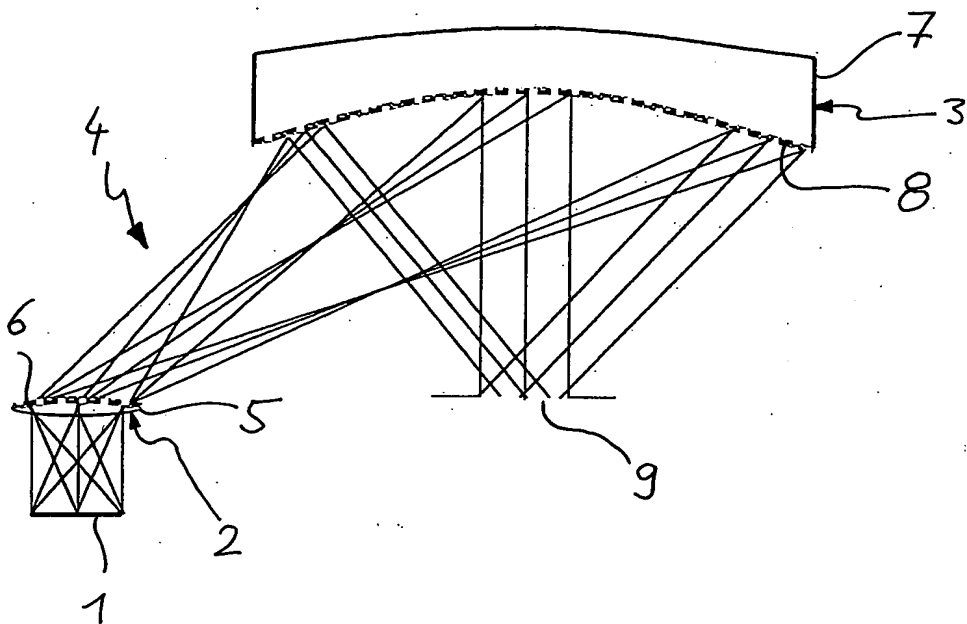
- 5 1. HMD-Vorrichtung mit einer Bilderzeugungseinheit (1) zur Erzeugung eines polychromatischen Bildes und einer eine erste und eine zweite Teilloptik (2, 3) aufweisenden Umlenkeoptik (4), die das Bild so abbildet, daß es von einem die HMD-Vorrichtung tragenden Benutzer wahrnehmbar ist, wobei die beiden Teilloptiken (2, 3) jeweils eine diffraktive Optikeinheit (5, 8) zur Strahlumlenkung enthalten, die so ausgebildet sind, daß sich ihre Dispersionsfehler kompensieren.
- 10 2. HMD-Vorrichtung nach Anspruch 1, bei der eine nicht nullte Beugungsordnung der diffraktiven Optikeinheiten (5, 8) zur Strahlumlenkung eingesetzt ist, wobei insbesondere bei beiden diffraktiven Optikeinheiten (5, 8) die gleiche Beugungsordnung verwendet ist.
- 15 3. HMD-Vorrichtung nach einem der obigen Ansprüche, bei der die diffraktive Optikeinheit (5, 8) der ersten und/oder zweiten Teilloptik (2, 3) als Liniengitter ausgebildet ist/sind.
- 20 4. HMD-Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der das Liniengitter nur zur Strahlumlenkung dient.
5. HMD-Vorrichtung nach Anspruch 3, bei der das Liniengitter zur Strahlumlenkung und auch als abbildendes Optikelement dient.
- 25 6. HMD-Vorrichtung nach Anspruch 5, bei der für die abbildende Wirkung die Gitterkonstante des Liniengitters variiert ist.
7. HMD-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, bei der das Liniengitter auf oder in einer gekrümmten, insbesondere einer sphärisch gekrümmten Materialgrenzfläche ausgebildet ist.

8. HMD-Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 6, bei der das Liniengitter auf oder in einer ebenen Materialgrenzfläche ausgebildet ist.

5 9. HMD-Vorrichtung nach einem der obigen Ansprüche, bei der die dem Auge eines die HMD-Vorrichtung tragenden Benutzers vorgeschaltete zweite Teilloptik (3) so ausgebildet ist, daß der Benutzer durch sie hindurch die Umgebung wahrnehmen kann.

10 10. HMD-Vorrichtung nach Anspruch 9, bei der der Benutzer in der nullten Ordnung durch die diffraktive Optikeinheit (8) der zweiten Teilloptik (3) hindurchsehen kann.

11. HMD-Vorrichtung nach einem der obigen Ansprüche, bei der die zweite Teilloptik (3) eine refraktive Wirkung zur Sehfehlerkorrektur für den die HMD-Vorrichtung tragenden Benutzer aufweist.



Patentanwälte  
**GEYER, FEHNERS & PARTNER (G.b.R.)**

European Patent and Trademark Attorneys

MÜNCHEN – JENA

Büro München / Munich Offices:

Perhamerstraße 31 · D-80687 München · Telefon: (089) 5 46 15 20 · Telefax: (089) 5 46 03 92 · e-mail: gefepat.muc@t-online.de

Büro Jena / Jena Offices:

Sellierstraße 1 · D-07745 Jena · Telefon: (036 41) 2 91 50 · Telefax: (036 41) 29 15 21 · e-mail: gefepat.jena@t-online.de

---

Carl Zeiss, Heidenheim  
Anwaltsakte: PAT 3423/034

10. April 2003

**Zusammenfassung**

5 Es wird eine HMD-Vorrichtung mit einer Bilderzeugungseinheit (1) zur Erzeugung eines polychromatischen Bildes und einer ersten und einer zweiten Teilloptik (2, 3) aufweisenden Umlenkoptik (4) bereitgestellt, die das Bild so abbildet, daß es von einem die HMD-Vorrichtung tragenden Benutzer wahrnehmbar ist, wobei die beiden Teilloptiken (2, 3) jeweils eine diffraktive Optikeinheit (5, 8) zur Strahlumlenkung enthalten, die so ausgebildet sind, daß sich ihre Dispersionsfehler kompensieren.

10